

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra částí a mechanismů strojů

Osekávač bramborové natě

Chopper for a Potats Haulm

Student:

Pavel Mikošek

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tadeáš Szlachta, Ph.D.

Ostrava: 5.2.2009



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Osekávač bramborové natě

Chopper for a Potato Haulm

Student: Pavel Mikošek
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 2302R010-40 Konstrukce strojních dílů a skupin
Pracoviště: Katedra částí a mechanismů strojů – 347

Zásady pro zpracování:

1. Proved'te přehled možných řešení, výběr varianty, zdůvodnění a návrh.
2. Navrhněte osekávač bramborové natě pro tyto požadavky:
 - osekávač se zapojí za běžný traktor
 - osekávat bramborovou nat' současně na dvou řádcích
 - vzdálenost mezi řádky 900 mm
 - maximální otáčky rotoru 1400 min^{-1} .

Pokyny pro zpracování:

Rozsah práce: cca 30 stran textu mimo přílohy.

V příloze: výkresová dokumentace (sestava, vybraný výrobní výkres).

Seznam doporučené literatury:

- MORAVEC, V.: *Mechanické a hydraulické převody. Mechanické převody.* Skripta VŠB-TU Ostrava, 2000, ISBN 80-7078-807-0.
- DEJL, Z.: *Konstrukce strojů a zařízení I. Spojovací části strojů. Návrh. Výpočet. Konstrukce.* Montanex a.s. Ostrava, 2000, ISBN 80-7225-018-3.
- MORAVEC, V., HAVLÍK, J.: *Výpočty a konstrukce strojních dílů.* Skripta VŠB-TU Ostrava, 2005, ISBN 80-248-0878-1.
- MORAVEC, V., PIŠŤÁČEK, D.: *Pevnost a životnost dynamicky namáhaných strojních součástí.* Skripta VŠB-TU Ostrava, 2006, ISBN 80-248-0980-X.
- KALÁB, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře: Části spojovací.* 1. vyd. VŠB-TU Ostrava, 2007, 91 s., Dotisk 1.vyd. 2008, ISBN 978-80-248-1290-8.
- LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky.* 3.doplněné vydání. Albra, 2006, ISBN 80-7361-033-7.
- KŘÍŽ, R., VÁVRA, P.: *Strojnická příručka.* Praha 1993-1998, 8 svazků, 1.vydání.
- Normy, firemní katalogy a prospekty.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tadeáš Szlachta, Ph.D.


Datum zadání bakalářské práce:

21. listopadu 2008

Akademický rok:

2008/2009




.....
prof. Dr. Ing. Miloš Němček
vedoucí katedry


.....
prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan

V Ostravě dne 21. listopadu 2008

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě:

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/200 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB–TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB–TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB–TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB–TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB–TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB–TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:

Pavel Mikošek

Hlavní 327

Otice

.....

podpis

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Mikošek, P. Osekávač bramborové natě. Ostrava: Katedra částí a mechanismů strojů – 347, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2009. 35s. Bakalářská práce, vedoucí: Szlachta, T.

Bakalářská práce je zaměřena na konstrukční návrh stroje pro osekávání bramborové natě za traktor. Osekávač je poháněn pomocí kardanového hřídele s doběhovou spojkou, která spojuje hřídel hnacího mechanismu traktoru s osekávačem. Stroj je uchycen k traktoru vybaveným zadním tříbodovým závěsem ISO 730/1N. Najde uplatnění především pro drcení bramborové natě, dále v plošném mulčování trávy, listí, ve vysokých a hustě zaplevelených porostech. Stroj je vybaven ochrannými kryty.

ANOTATION BACHELOR WORK

Mikošek, P. Chopper for a potato haulm. Ostrava: Department of Machine Parts and Mechanisms – 347 VŠB-Technical University of Ostrava, 2009. 35s. Bachelor works, head: Szlachta, T.

Bachelor work is orienting on engineering design of machine for chipping a potato haulm. This machine is connecting to tractor. Chopper is powered to tractor by cardan shaft with skidding clutch, which connecting primary shaft of tractor with chopper. Machine is gripping to tractor, which has three-point linkage ISO 730/1N. Chopper is using first for chipping a potato haulm and for crushing grass, foliage, in high and serried weedy growth. Machine is equipped security guards.

Obsah

1	ÚVOD.....	9
1.1	Cíle bakalářské práce	9
1.2	Rešerše v oblasti osekávačů bramborové natě.....	9
1.3	Stroje prodávané na trhu	10
1.4	Inspirace pro návrh stroje.....	15
2	KONSTRUKCE STROJE.....	16
2.1	Návrh a konstrukce rámu stroje	16
2.2	Uchycení k traktoru.....	16
2.3	Udržování konstantní vzdálenosti rotoru	18
3	POHON ROTORU	19
3.1	Popis převodu rotačního pohybu na rotor	19
3.1	Výpočet řemenového převodu dle ČSN 02 3114	20
4	VÝPOČET PRŮMĚRU HŘÍDELŮ	23
4.1	Výpočet délky pera hnací hřídele	25
4.2	Výpočet délky pera hnané hřídele.....	26
5	OCHRANA PROTI PŘETÍŽENÍ STROJE.....	27
5.1	Výpočet střižného šroubu	28
6	ZABEZPEČENÍ.....	30
7	USTAVENÍ STOJE, ÚDRŽBA	31
7.1	Údržba stroje.....	31
8	ZÁVĚR.....	32
9	POUŽITÁ LITERATURA.....	34
10	SEZNAM PŘÍLOH.....	35

SEZNAM POUŽITÝCH OZNAČENÍ

A	osová vzdálenost	[mm]
D	průměr	[mm]
F	síla	[N]
L	délka řemene	[mm]
M	moment	[Nm]
P	výkon	[kW]
c	součinitele	[-]
d	průměr	[mm]
i	převodový poměr	[-]
l	délka	[mm]
n	otáčky	[ot.min ⁻¹]
p	tlak	[MPa]
r	poloměr	[mm]
t	tloušťka	[mm]
v	obvodová rychlost	[m.s ⁻¹]
z	počet řemenů	[-]
α	zbytkový úhel	[°]
β	úhel opásání malé řemenice	[°]
σ	napětí	[MPa]
τ	napětí	[MPa]

1 ÚVOD

Ve své bakalářské práci budu řešit návrh osekávače bramborové natě. Zaměřil jsem se na konstrukci rámu, připojení k traktoru a bezpečnost. Osekávač musí být použitelný na osekávání dvou bramborových řádků současně. Navrhuji osekávač určený pro traktory o výkonu od 11 do 33 kW (15 - 45 k). Je připojen ke zvedacímu zařízení traktoru tříbodovým závěsem ISO 730/1N nebo pomocí závěsu FDZ-187, zde je nutno tento závěs agregovat. Závěs osekávače je variabilní a lze ho otáčet o 180 stupňů. To umožňuje připojit osekávač jak na přední, tak na zadní tříbodový závěs traktoru. Je poháněn kardanovou hřídelí s volnoběžkou, která spojuje hřídel hnacího mechanismu traktoru s osekávačem. Účinným nástrojem pro drcení natě je rotor, který je vybaven drticími řetězy, ty musí být přestavitelné, protože se při sadbě brambor používají sazeče s dvojí roztečí 750mm a 900mm.

Rotor je svařenec a je dynamicky vyvážen. Pohyb na rotor je přenášen řemenovým převodem. Otáčky vývodového hřídele pro pohon stroje dosahují maximálně 540 ot/min.

1.1 Cíle bakalářské práce

- Vypracovat rešerši.
- Zkonstruovat stroj, se kterým bych se vyhnul fyzicky náročné práci, při osekávání natě na našich polích.
- Ušetřit finance za koupi nového drahého stroje.
- Uspořit čas a energii vloženou do této činnosti.
- Využít rozbitou zelenou hmotu jako hnojivo.
- Zabránit dozrání semen plevelných rostlin (lebeda, třmen, atd.).
- Vyrobit pomocí této práce stroj s minimálními náklady.

1.2 Rešerše v oblasti osekávačů bramborové natě

Od doby, kdy se do Evropy začaly přivážet první brambory, lidé začali přemýšlet nad tím, jak je účinně a co nejefektivněji sklízet. Prvním problémem při sklizni raných brambor je bramborová nať, ta je při konečném stádiu růstu raných brambor vzrostlá až 500mm. Rolníci před mechanizací v zemědělství sklízeli brambory tak, že je pomoci natě vytrhávali z půdy a nať následně pálili. Novějším způsobem bylo kosení natě a vyorávání brambor pomocí koní nebo volů, toto je však pro dnešní moderní zemědělství příliš zdlouhavé a zastaralé řešení. Proto se

při postupné mechanizaci v zemědělství a rozvoji novějších traktorů se dostalo i na vývoj osekávačů (mulčovačů).

Jako osekávače (mulčovače) jsou označovány stroje pro drcení a prostorové rozmělnění zelené hmoty, které se s výhodou využívají v zemědělství a při udržování zeleného pokryvu v meziřadí nebo v trvalých porostech. Mulčovače se dále uplatňují i v oblasti komunální techniky při ošetřování ploch veřejné zeleně, či údržbě sportovních zařízení.

Mulčovač je kompaktní a mnohostranně využitelný pro jeho snadnou ovladatelnost. Stroj je především vhodný pro:

- plošné drcení (mulčování) trávy, vysokých a hustě zaplevelených porostů
- drcení odřezaných větví v sadech, vinicích a parcích
- drcení bramborové natě, kukuřičných a slunečnicových zbytků
- čištění parků, sadů, sportovišť, veřejné a městské zeleně.

Pro použití mulčovačů ve vinohradnictví a ovocnářství bývají typy mulčovačů vybaveny stranově posuvným rámem popřípadě zcela speciální úpravou, která umožňuje vyhýbání se různým překážkám.

1.3 Stroje prodávané na trhu

Universální mulčovač MASCHIO BA (obr 1.1), určený pro traktory o výkonu od 11 do 33 kW (15 - 45 k) který lze použít jako tažený i čelně nesený. Rotor je vybaven sadou nožů z ořezavé oceli, které kopírují tvar bramborového řádku. Rotor je poháněn řemeny. Znázornění řemenového převodu (obr 1.2), který budu používat i v mé práci. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce (tab. 1.1).

Tab. 1.1 Technické parametry Maschibo BA

Šíře záběru (m):	1,55
Pracovní rychlost (km/h):	až 9
Výkon (ha/h):	0,7
Otáčky / min.:	540
Potřebný výkon (HP):	45
Váha (kg):	200
Regulace výšky nože (cm):	0
Délka (m):	1,65
Šířka (m):	1,4
Výška (m):	1



Obr. 1.1 Maschio BA [8]



Obr. 1.2 Řemenový převod Maschio BA[8]

Osekávač natě firmy Agrotechnika Vaněk (obr.1.3) čtyřkolový tažený se stavitelnou výškou nože. Účinnými prvky jsou dva rotující nože. Technické parametry stroje jsou uvedeny v tabulce (tab. 1.2).

Tab. 1.2 Tecnické parametry stroje Vaněk

Šíře záběru (m):	1,2
Pracovní rychlost (km/h):	do 7
Výkon (ha/h):	0,6
Otáčky / min.:	540
Potřebný výkon (HP):	50
Váha (kg):	740
Regulace výšky nože (cm):	5 ÷ 30
Délka (m):	2,3
Šířka (m):	2,1
Výška (m):	1,3



Obr. 1.3 Osekávač Agrotechniky Vaněk [5]

Drtič bramborové natě čtyřřádkový AGRONOMIC tažený – podobné konstrukční řešení mulčovače natě budu navrhovat. Jako drtící prvky jsou použity řetězy kopírující tvar bramborových řádků. Pohon rotoru je zajištěn klínovými řemeny. Uložení hřídele v ložiscích a ložiskových domcích firmy SKF. Má dvě pracovní stavitelná kola. Můžeme vidět na obrázku (Obr.1.4). Technické parametry jsou uvedeny v tabulce (tab. 1.3).



Obr.1.4 Agronomic 4R [9]

Tab.1.3 Technické parametry stroje Agronomic 4R

Šíře záběru (m):	3,3
Pracovní rychlost (km/h):	8
Výkon (ha/h):	0,8
Otáčky / min.:	540-1000
Potřebný výkon (HP):	90
Váha (kg):	355
Regulace výšky rotoru (cm):	15
Délka (m):	3,7
Šířka (m):	1,5
Výška (m):	0,85

Drtič bramborové natě dvouřádkový AGRONOMIC (Obr 1.5) - tento drtič je výhodný z hlediska užití, protože se dá použít jako tažený za traktorem nebo jako tlačný před traktorem. Drtícími prvky jsou opět řetězy. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce (tab. 1.4).



Obr. 1.5 Agronomic 2R [9]

Tab.1.4 Technické parametry stroje Agronomic 2R

Šíře záběru (m):	1,7
Pracovní rychlost (km/h):	8
Výkon (ha/h):	0,4
Otáčky / min.:	540-1000
Potřebný výkon (HP):	90
Váha (kg):	200
Regulace výšky rotoru (cm):	15
Délka (m):	1,9
Šířka (m):	1,5
Výška (m):	0,85

1.4 Inspirace pro návrh stroje

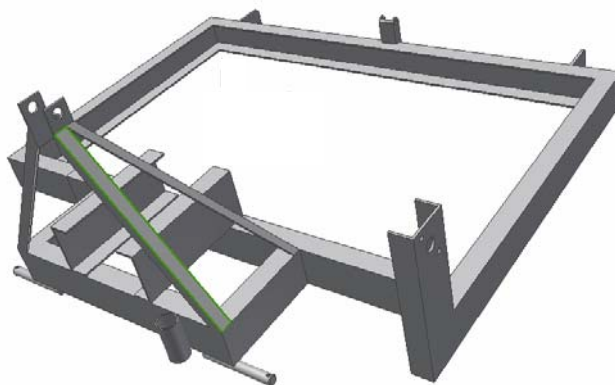
Původní myšlenka byla odstraňovat nať pomocí zařízení s žací lištou. Tento návrh však neřešil problém s ležící natí a plevelem, který by dělal problém při dalších úkonech, jako například vyorávání brambor.

Proto jsem se začal ubírat jiným směrem a to drcením těchto produktů. Tento způsob využívají například technické služby při osekávání příkopů nebo zemědělci při velkovýrobě brambor.

2 KONSTRUKCE STROJE

2.1 Návrh a konstrukce rámu stroje

Dle zadání musí rám splňovat podmínku osekávání dvou řádků najednou. Rám je řešen jako svařenec z profilů UPN 120. Musí být dostatečně tuhý a zároveň jednoduché konstrukce, aby výroba nebyla drahá a byla technologicky zvládnutelná v domácích podmínkách. Po zkušenostech z využíváním již vyrobeného jednořádkového osekávače za malotraktor jsem volil obdobné řešení viz. (obr.2.1).



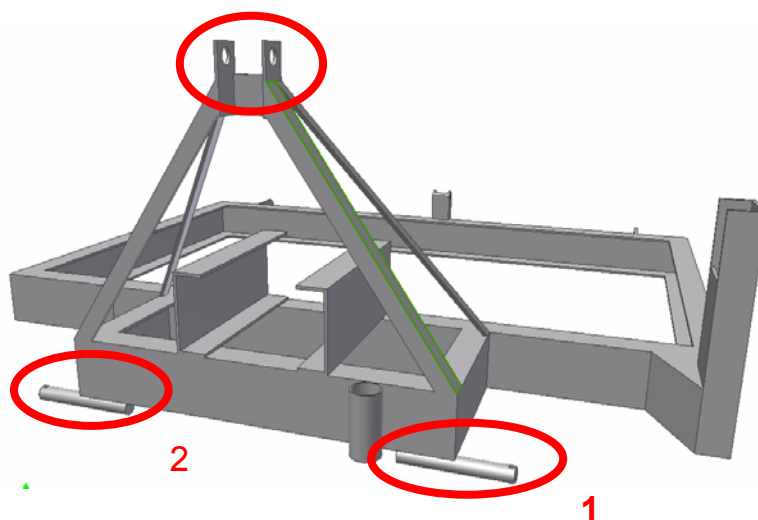
Obr. 2.1 Svařený rám

2.2 Uchycení k traktoru

Rám je uchycen k traktoru ve třech bodech (obr. 2.2) do závěsného zařízení ISO 730/1N.

Body 1 a 2 – uchycení do ramen zvedacího zařízení traktoru. Nasazením na čep rámu o rozměrech: průměr 30mm délka 100mm.

Bod 3 – uchycení k traktoru přes stavitelný šroub zajištěný prostrčením čepu o průměru 30mm a délce 120mm.



Obr. 2.2 Uchycení k traktoru

Pro ilustraci zde vkládám fotografie prvků závěsného zařízení ISO 730/1N (obr. 2.3) a (obr.2.4) z traktoru Zetor 6911.



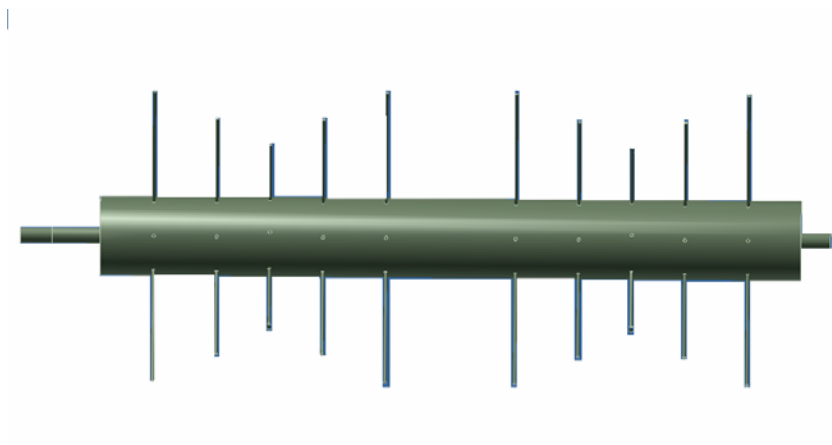
Obr. 2.3 Rameno zvedacího zřízení



Obr. 2.4 Stavitelný šroub

Konstrukční návrh drtícího rotoru

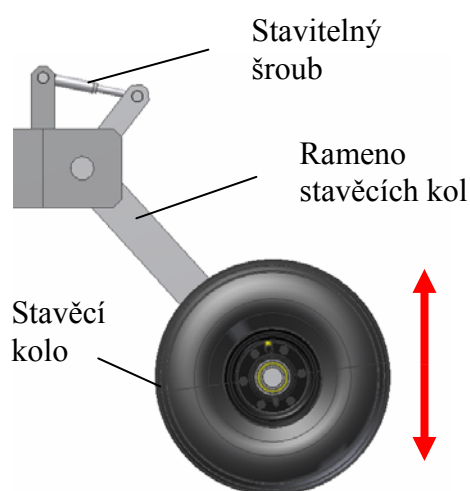
Rotor se skládá z hřídele o průměru 30mm materiálu 11523.0. Na této hřídeli je pomocí mezikruží z plechu tloušťky 5mm navařena trubka o průměru 160mm a síle stěny 5mm. Po povrchu trubky jsou navařeny držáky drtících řetězů. Drtící řetězy jsou normalizované článkové řetězy zkrácené na požadovanou velikost tak, aby kopírovaly tvar řádků schématické zobrazení rotoru je na obrázku (obr.2.3). Rotor je uložen v kuličkových naklápěcích ložiscích a ložiskových domcích firmy TSC. Po svaření a smontování je rotor dynamicky vyvážen.



Obr. 2.5 Rotor s drtícími řetězy

2.3 Udržování konstantní vzdálenosti rotoru

Při osekávání natě musí být řetězy drtícího rotoru vzdáleny od povrchu řádku tak daleko, aby při spuštění nedocházelo ke zbytečnému zabírání stroje do země. Takový provoz může poškodit stroj a znehodnotit úrodu brambor. Aby nedošlo k těmto problémům musí být stroj provozován v rovnoběžné poloze s řádkem. Ta je zajištěna polohou zvedacího zařízení traktoru a stavěcími koly osekávače. Regulace polohy stavěcích kol je prováděna otáčením matice stavitelného šroubu (obr.2.4).



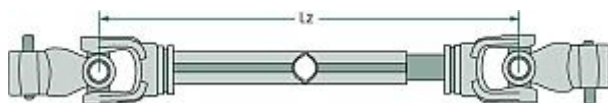
Obr. 2.6 Stavěcí kola

3 POHON ROTORU

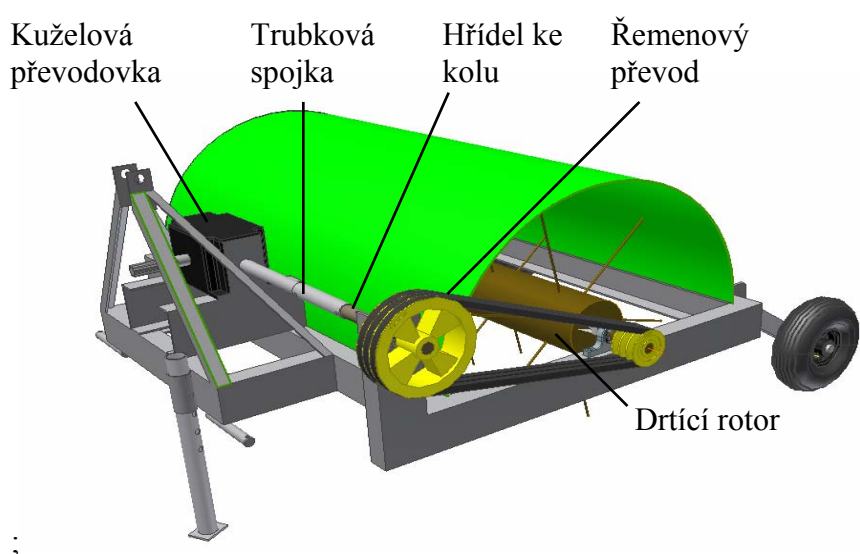
3.1 Popis převodu rotačního pohybu na rotor

Převod rotačního pohybu z traktoru na osekávač zajišťuje kardanová hřídel s dobřehovou spojkou (obr 3.1). Kardanová hřídel je nasazena a zajištěna na vstupní hřídeli kuželové převodovky o převodu 1:1 značky T.E.A. TECHNIK s.r.o. typ BG 32. Na výstupní hřídeli převodovky je namontována trubková spojka se střížnými šrouby. Spojka slouží jako spoj hřídelí a zároveň jako ochrana proti přetížení stroje (obr 3.2)

Pro pohon rotoru osekávače je možné využít řemenového nebo řetězového převodu. Volil jsem řemenový převod, protože je z hlediska užití nejlepší. Pro srovnání výhod a nevýhod řešení převodu uvádím tabulky (tab.3.1) a (tab.3.2).



Obr. 3.1 Kardanová hřídel [11]



Obr 3.2 Osekávač – řešení převodu

Tab. 3.1 Řetězový převod

Řetězový převod	
výhody	nevýhody
konstantní přenos kroutícího momentu	hlučnost
nepotřebuje předpětí	nutná stavitelná vzdálenost hřídelů nebo nap. zař.
dobrá účinnost až 95%	vyžaduje přesnou montáž (rovnoběžnost hřídelů)
řetěz není citlivý k pracovnímu prostředí	chod není zcela rovnoměrný během jedné otáčky
snadná montáž	nemožnost prokluzu při přetížení
velká trvanlivost	vyšší pořizovací náklady

Tab. 3.2 Řemenový převod

Řemenový převod	
výhody	nevýhody
tichý chod	ne zcela konstantní přenos kroutícího momentu
nenáročný na údržbu	nutnost napnutí řemenů (napínací zařízení)
možnost prokluzu při náhlém přetížení	větší namáhání ložisek
nízké pořizovací náklady	větší rozměry převodu
pružný záběr	nižší účinnost $\eta \sim 0,9[-]$
zachycení a tlumení rázů řemenem	řemen je citlivý na vysokou teplotu
snadné seřízení	

3.1 Výpočet řemenového převodu dle ČSN 02 3114

Při výpočtu řemenového převodu jsem vycházel ze zadání, kde maximální otáčky rotoru nesmí překročit $n_d = 1400 \text{ ot/min}$. Další potřebné veličiny pro výpočet jsou hodnoty traktoru a to výkon vývodové hřídele traktoru $P = 9 \text{ kW}$ a otáčky vývodové hřídele $n_D = 540 \text{ ot/min}$. Osová vzdálenost je dána konstrukcí rámu stroje 560mm.

Výpočet jmenovitého výkonu $P_x (P_j)$

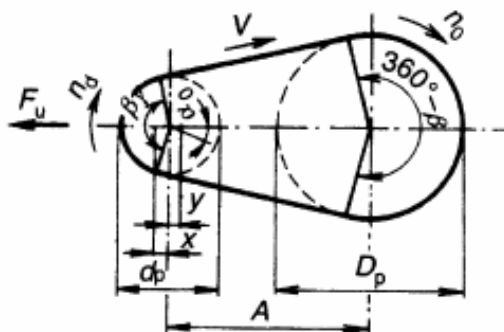
$$c_2 = 1,1$$

$$P_x = P \cdot c_2 = 9 \cdot 1,1 = 10 \text{ kW} \quad (3.1)$$

c_2 - součinitel provozního zatížení volen z [1]

Určení typu a průřezu řemene

Pro přenos kroutícího momentu z hnací hřídele na hnanou jsem volil úzký klínový řemen. Velikost průřezu klínového řemene jsem určil pomocí diagramu pro určení průřezu klínového řemene [1] str. 543.



Obr. 3.1 Schéma řemenového převodu [1]

$d_p = 112\text{--}180\text{mm}$... volím z [1] řemen typu SPZ

volím $d_p = 112\text{mm}$

d_p - výpočtový průměr malé řemenice [mm]

Rozměr hnací řemenice

Výpočet řemenového převodu i

$$i = \frac{n_d}{n_D} = \frac{1400}{540} = 2,6 \pm 5\% \quad (3.2)$$

Z vypočteného převodového poměru a výpočtového průměru malé řemenice počítám výpočtový průměr velké řemenice D_p .

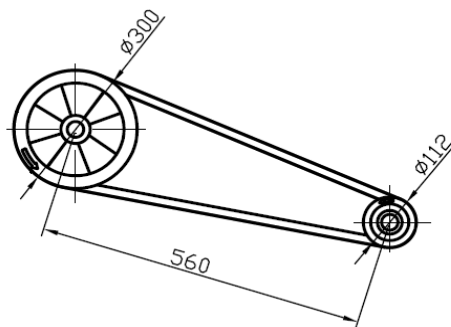
$$i = \frac{D_p}{d_p} \Rightarrow D_p = i \cdot d_p = 2,6 \cdot 112 = 300\text{mm} \quad (3.3)$$

Výkon přenášený jedním úzkým klínovým řemenem

Určím odečtením z tabulky [1] ... $P_r = 3,7\text{kW}$ (3.4)

Úhel opásání

Osová vzdálenost odměřená z modelu $A = 560\text{mm}$



Obr. 3.3 Určení osové vzdálenosti

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{D_p - d_p}{2 \cdot A} = \frac{300 - 112}{2 \cdot 560} = 0,194 \Rightarrow \frac{\beta}{2} = 80,336^\circ \Rightarrow \beta = 160,67^\circ \quad (3.5)$$

β - úhel opásání malé řemenice

Součinitel úhlu opásání c_1

Určím odečtením z tabulky [1]

$$\frac{D_p - d_p}{A} = \frac{300 - 112}{560} = 0,33 \Rightarrow c_1 = 0,95 \quad (3.6)$$

Výpočet délky řemene úzkého klínového řemene

$$L_p = 2 \cdot A \cdot \sin \frac{\beta}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot (D_p + d_p) + \frac{\pi \cdot \alpha}{180} \cdot (D_p - d_p) \quad (3.7)$$

$$\alpha = 90 - \frac{\beta}{2} = 90 - 80,336^\circ = 9,664^\circ \quad (3.8)$$

$$L_p = 2 \cdot 560 \cdot \sin 80,336 + \frac{\pi}{2} \cdot (300 + 112) + \frac{\pi \cdot 9,664}{180} \cdot (300 - 112) = 1782 \text{ mm} \quad (3.9)$$

Skutečnou délku řemene L určím z katalogu podle výpočtové délky řemene

$$L = 1790 \text{ mm} \Rightarrow c_3 = 0,95$$

c_3 - součinitel délky klínového řemene

Z katalogu firmy Ulmer s.r.o. volím úzký klínový řemen SPZ 1790

Rozdílnou vzdálenost os řeším napínacím zařízením řemenového převodu.

Počet řemenů

$$z = \frac{P \cdot c_2}{P_r \cdot c_1 \cdot c_3} = \frac{10 \cdot 1,0}{3,7 \cdot 0,98 \cdot 0,95} = 2,903 \quad (3.10)$$

Počet řemenů musí být celé číslo, proto volím počet řemenů $z = 3$.

4 VÝPOČET PRŮMĚRU HŘÍDELŮ

Obvodová rychlost

Nejvyšší přípustná obvodová rychlost klínových řemenů je $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$v_1 = \pi \cdot d_p \cdot n_1 = \pi \cdot 0,112 \cdot 24,166 = 8,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (4.1)$$

$$v_2 = \pi \cdot D_p \cdot n_2 = \pi \cdot 0,3 \cdot 9 = 8,48 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (4.2)$$

Výpočet vyhovuje dané podmínce

v_1 - obvodová rychlost malé řemenice

v_2 - obvodová rychlost velké řemenice

Obvodová síla F

$$F = \frac{P}{v} = \frac{10}{8,5} = 1,18 \text{ kN} \quad (4.3)$$

$$F_c = 2 \cdot F = 2,35 \text{ kN} \quad (4.4)$$

F_c - celková obvodová síla [N]

Kroutící momenty M_{k1}, M_{k2}

$$M_{k1} = F \cdot r_d = 1176 \cdot 56 = 65856 \text{ Nmm} = 66,9 \text{ Nm} \quad (4.5)$$

$$M_{k2} = F \cdot r_D = 1176 \cdot 150 = 176400 \text{ Nmm} = 176,4 \text{ Nm} \quad (4.6)$$

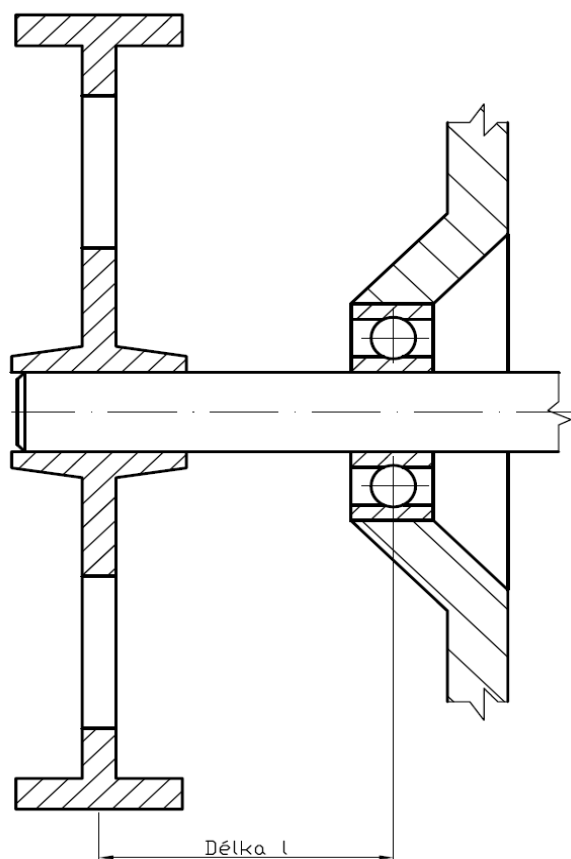
M_{k1} - kroutící moment na hnaném kole

M_{k2} - kroutící moment na hnacím kole

Výpočet průměru hnací hřídele

Ve výpočtu průměru hřídele pod perem musím počítat redukovaným momentem, protože v místě, kde je umístěno pero vzniká dvojí namáhání (krut a ohyb).

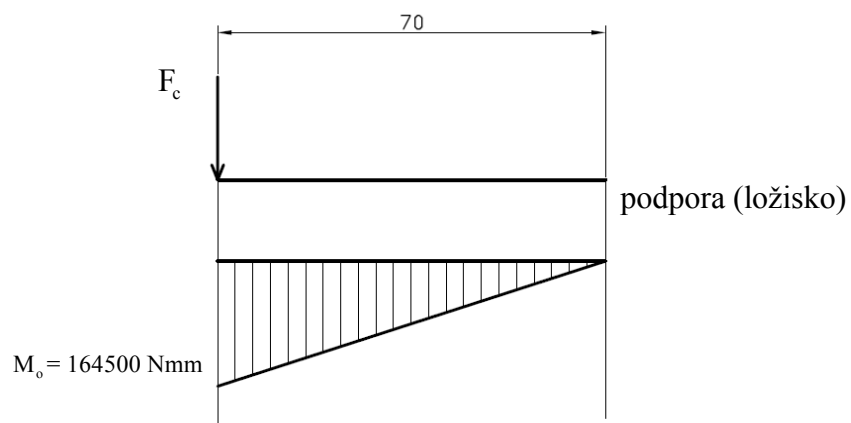
$$M_{ored} = \sqrt{M_o^2 + 0,75 \cdot (\alpha_B \cdot M_k)^2} \quad (4.7)$$



Obr. 4.1 Schéma vyložení hřídele

Ohybový moment M_o

Ve výpočtu ohybového momentu počítám s celkovou obvodovou silou F_c a délkou vyloženého konce hřídele l dle (obr.4.1). Průběh ohybového momentu je na obrázku 4.2.



Obr. 4.2 Průběh ohybového momentu

$$M_o = F_c \cdot l = 2350 \cdot 70 = 164500 \text{ Nmm} \quad (4.9)$$

$$M_o = 164500 \text{ Nmm}$$

Redukovaný moment

$$M_{\text{ored}} = \sqrt{M_o^2 + 0,75(\alpha_B \cdot M_k)^2} = \sqrt{164500^2 + 0,75(176400 \cdot 0,8)^2} = 204930,3 \text{ Nmm} \quad (4.8)$$

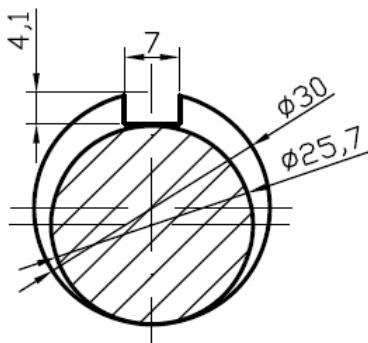
Výpočet předběžného průměru hřídele σ_D pro materiál 11600.0 je 120MPa.

$$d_2' = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{ored}}}{\sigma_D \cdot 0,1}} = \sqrt[3]{\frac{204930,2}{120 \cdot 0,1}} = 25,7 \text{ mm} \quad (4.10)$$

Výpočet skutečného průměru hřídele

Z [1] dle vypočteného předběžného průměru hřídele najdeme pero, v mém případě jsou rozměry pera $b \times h = 8 \times 7 \text{ mm}$. Rozdělením hodnoty b na hloubku drážky pera v hřídeli t a hloubku drážky pera v náboji t_1 .

$$d_2 = d_2' + t = 25,7 + 4,1 = 29,8 \text{ mm} \quad (4.11)$$



Obr. 4.3 Průměr hřídele

Podle vypočteného průměru d_2 volím průměr hřídele 30 mm.

4.1 Výpočet délky pera hnací hřídele

$$F = \frac{2 \cdot M_k}{d_2} = \frac{2 \cdot 176400}{30} = 11600 \text{ N} \quad (4.12)$$

$$l_{\text{min}} = \frac{F}{t \cdot p_D} = \frac{12600}{4,1 \cdot 95} = 32,35 \text{ mm} \quad (4.13)$$

Kontrola pera na otlačení

$$p_1 = \frac{F_c}{l \cdot t_1} = \frac{11600}{33 \cdot 4,1} = 85,73 \text{ MPa} \quad (4.14)$$

$$p_1 \leq p_D = 95 \text{ MPa} \quad (4.15)$$

4.2 Výpočet délky pera hnané hřídele

$$F = \frac{2 \cdot M_k}{d_2} = \frac{2 \cdot 65856}{28} = 4704 \text{ N} \quad (4.16)$$

$$l_{\min} = \frac{F}{t \cdot p_D} = \frac{4704}{4,1 \cdot 95} = 12,07 \text{ mm} \quad (4.17)$$

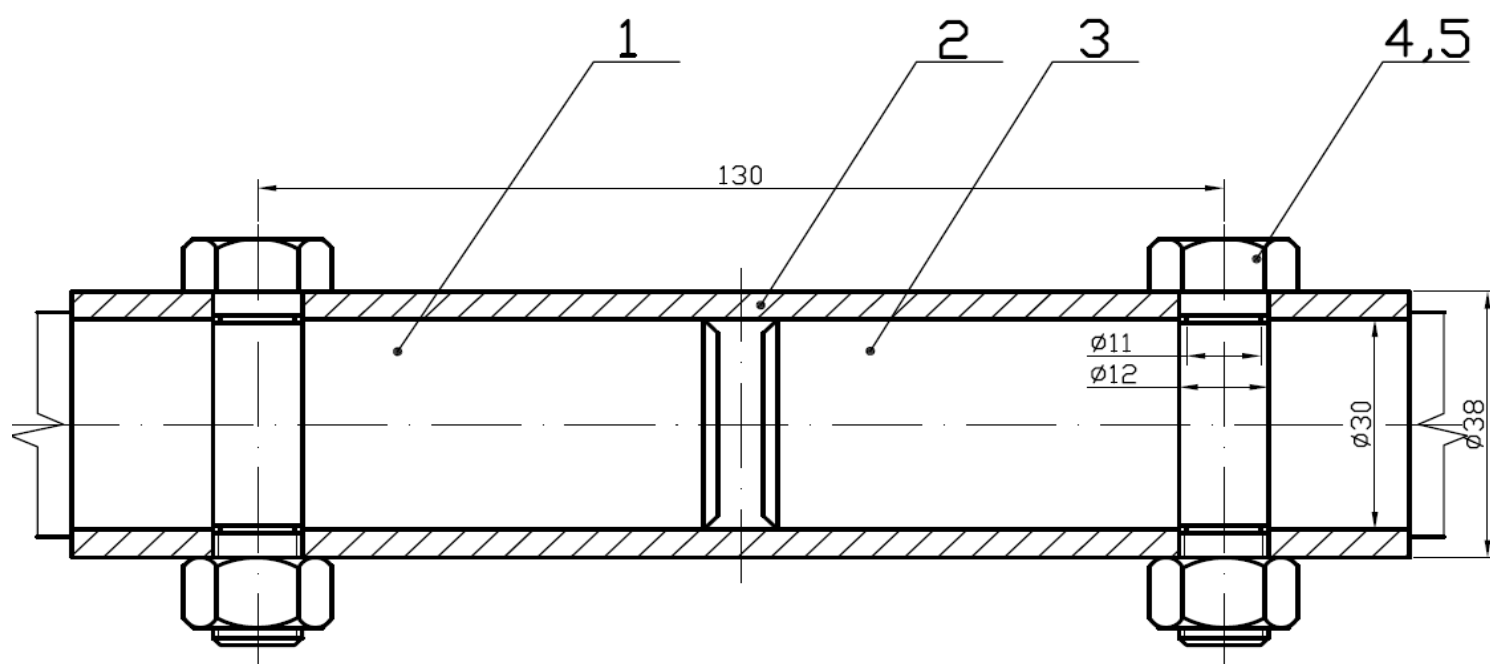
Kontrola pera na otlačení

$$p_1 = \frac{F_c}{l \cdot t_1} = \frac{4704}{15 \cdot 4,1} = 74,5 \text{ MPa} \quad (4.18)$$

$$p_1 \leq p_D = 95 \text{ MPa} \quad (4.19)$$

5 OCHRANA PROTI PŘETÍŽENÍ STROJE

Ochrana proti přetížení stroje je nutná, protože při osekávání natě může dojít k náhlému zajetí rotoru do země, vlivem nestálé vzdálenosti povrchu řádků od rotoru. Může také dojít k namotání natě. U přetížení tohoto typu dochází k poškození některých částí stroje. Efektivní ochranou, která se nám osvědčila na menším provedení osekávače je trubková spojka se střížnými šrouby viz (obr. 5.1).

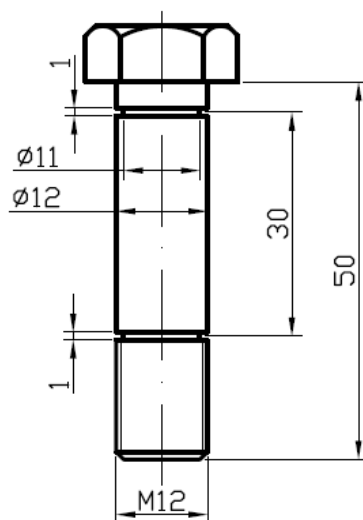


Obr. 5.1 Trubková spojka

Tab.5.1 Popis k obrázku 5.1

pozice	název
1	Hřídel z převodovky
2	Trubka
3	Hřídel ke kolu
4	Střížní kolík
5	Samojistná matice M12

5.1 Výpočet střížného šroubu



Obr. 5.2 Střížný šroub

Střížný šroub dimenzuji na výkon 10kW je z materiálu 11 600.0. Na šroubu jsou zhotoveny dvě drážky viz (obr 5.2), které umožňují přestřížení šroubu v místě mezi trubkou a hřídelí.

Kontrola střížného šroubu na střih

Vycházím z podmínky

$$\tau_s \leq \tau_{sdov} \quad (5.1)$$

τ_{sdov} pro materiál 11600.0 je 85MPa

$$\tau_s = \frac{F}{2s} = \frac{4 \cdot M_{k2}}{\pi \cdot d_k^2 \cdot D_h} = \frac{4 \cdot 176000}{\pi \cdot 11^2 \cdot 30} = 61,73 \text{ MPa} \quad (5.2)$$

d_k - průměr střížné části kolíku

D_h - průměr hřídele v místě kolíku

Kolík vyhovuje zadané podmínce $\tau_s \leq \tau_{sdov}$

Kontrola střížného šroubu na otlačení

Vycházím z podmínky

$$p_{1\max} \leq p_{\text{dov}} \quad (5.3)$$

p_{dov} pro materiál 11 600.0 je 120MPa.

$$M_k = F_1 \cdot \frac{2}{3} \cdot D_h = \frac{p_{1\max}}{2} \cdot \frac{D_h}{2} \cdot d_k \cdot \frac{2}{3} \cdot D_h = \frac{p_{1\max} \cdot D_h \cdot d_k}{6} \quad (5.4)$$

$$p_{1\max} = \frac{6 \cdot M_{k2}}{D_h^2 \cdot d_k} = \frac{6 \cdot 176000}{30^2 \cdot 11} = 106,7 \text{MPa} \quad (5.5)$$

Kolík splňuje podmínku a je vhodný pro naše použití.

$p_{1\max}$ - maximální tlak, který působí na kolík.

Kontrola náboje na otlačení

Vycházím z podmínky

$$p_2 \leq p_{\text{dov}} \quad (5.6)$$

p_{dov} pro materiál 11 600.0 je 120MPa.

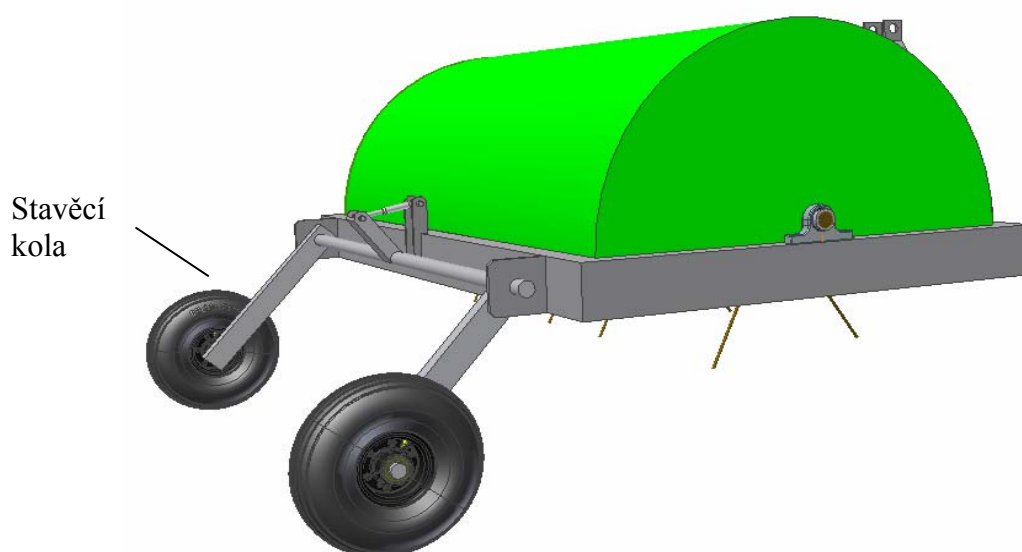
$$p_2 = \frac{4 \cdot M_{k2}}{(D_t^2 - D_h^2) \cdot d_k} \leq p_{\text{dov}} \quad (5.7)$$

$$p_2 = \frac{4 \cdot 176000}{(38^2 - 30^2) \cdot 11} = 117,6 \text{MPa} \leq p_{\text{dov}}$$

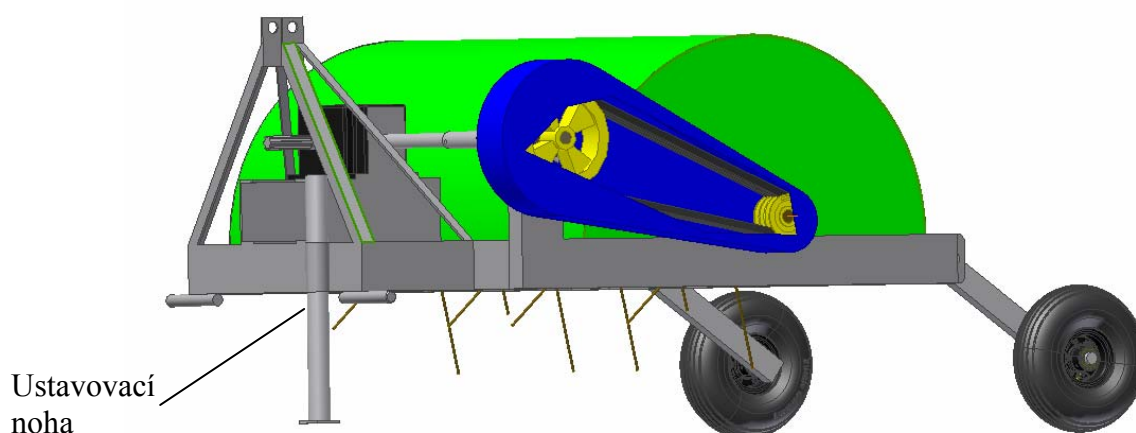
Náboj vyhovuje podmínce $p_2 \leq p_{\text{dov}}$, proto je možné tuto trubkovou spojku použít.

6 ZABEZPEČENÍ

Osekávač má rotující součásti, které musí být v souladu s bezpečností provozu zakrytovány. Hlavním a funkčním krytem je kryt rotoru (obr 6.1). Ten zabraňuje výletu půdy a natě za traktor a zároveň slouží pro rozmělnění natě, natě je pod krytem zcela rozdrčena. Dalším krytem je kryt řemene (obr.6.2) ten zabraňuje vniknutí nečistot do prostoru řemenového převodu. Chrání řemen proti vnějším vlivům (UV záření, déšť, atd.).



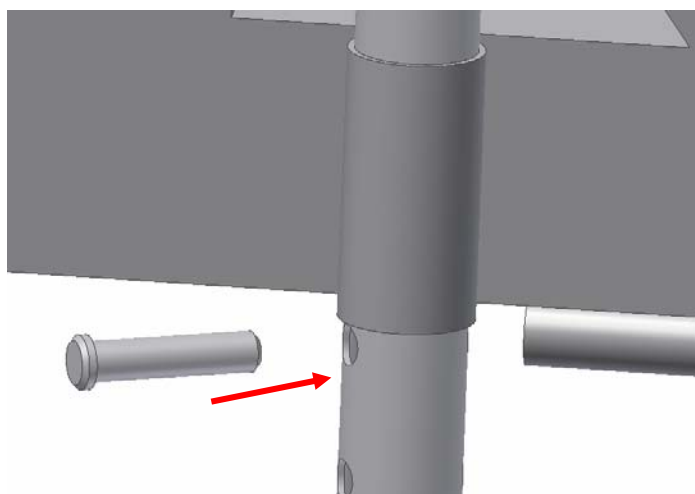
Obr.6.1 Osekávač-kryt rotoru



Obr.6.2 Osekávač- kryt řemene

7 USTAVENÍ STOJE, ÚDRŽBA

Po práci stroj ustavím přes ustavovací nohu prostrčením zajišťovacího čepu (obr.7.1), (obr 6.2) a zezadu stroj stojí na stavěcích kolech (obr 6.1). Toto ustavení však není vhodné mimo sezónu, protože dochází k otláčování stavěcích kol. Aby nedocházelo k otláčení pneumatik stroj postavíme na speciální rám nebo jednoduše podložíme.



Obr. 7.1 Zajištění čepem

7.1 Údržba stroje

Před použitím zkontrolovat:

- upevnění drtících řetězů
- namazání ložisek
- dotažení všech šroubů
- napnutí řemenů

Kontroly za provozu:

- hlučnost
- vizuální kontrola

Po skončení práce stroj důkladně očistit a ustavit dle kapitoly 7.

8 ZÁVĚR

Osekávač bramborové natě jsem navrhl dle zadaných parametrů a podmínek. Výpočtem jsem ověřil určené součásti stroje. Vyřešil jsem zakrytování stroje, ustavení stroje. Při dodržení všech doporučení lze stroj používat i k plošnému drcení trávy, zde je ovšem nutné vyměnit drtící řetězy.

Při výpočtech nebyly některé hodnoty změřitelné, vycházel jsem proto ze zkušeností z již vyrobeného jednořádkového osekávače. Jako ochranu proti těmto neurčitým vlivům jsem použil trubkovou spojku se střížnými kolíky. Cíle bakalářské práce jsou tedy splněny.

Děkuji Ing. Tadeáši Szlachтови, Ph.D. za cenné rady poskytnuté při zpracování bakalářské práce.

9 POUŽITÁ LITERATURA

Knihy a příručky:

- [1] LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky*. Albra - Pedagogické nakladatelství, Úvaly, 2003., ISBN 80-86490-74-2.
- [2] KALÁB, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části pohonů strojů*. 1.vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008, 130s., ISBN 978-80-248-1860-3.

Literatura pro výkresy:

- [3] ŠVERCL, J.: *Technické kreslení a deskriptivní geometrie*. Scientia – Pedagogické nakladatelství, Praha, 2003. ISBN 80-7183-297-9
- [4] MORAVEC, V., HAVLÍK, J.: *Výpočty a konstrukce strojních dílů*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008, 72s., ISBN 978-80-248-0878-9

Internet:

- [5] www.agrotechnika.cz/index.php?kategorie=23&vyrobekid=154&strana=1&limitx=0
- [6] www.profistroje.cz/mulcovace.asp
- [7] www.garden-technik.cz/zahradni-technika/mulcovace/c-1157/
- [8] www.hitl.cz/?mid=2&sid=59&stroj=183&kat=31
- [9] www.fta-dobrovice.cz/Katalog/Drtic,-mulcovace,-ostatni/AGRONOMIC.aspx
- [10] www.fs.vsb.cz/soubory/Zasady_pro_diplomky.pdf
- [11] www.akaska.cz/sdruzeni-ms/nahradni-dily.php

Použitý software:

Microsoft Office Word 2003

Microsoft Office Powerpoint 2003

Autodesk Inventor 2008

Autodesk AutoCAD 2008

10 SEZNAM PŘÍLOH

NÁZEV	ČÍSLO VÝKRESU	FORMÁT
1. Sestava	MIK583-SB3KSS01	A2
2. Výrobní výkres	MIK583-SB3KSS01-06	A4